

انتقال المملكة العربية السعودية إلى اقتصاد الهيدروجين: نقلة نوعية

حاتم العطوي وعبد الإله درندري

رؤية على الأحداث

December 22, 2020

KS--2020-II32

عن كابسارك

مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) مركز عالمي غير ربحي يجري بحوثاً مستقلة في اقتصاديات وسياسات وتقنيات الطاقة بشتى أنواعها بالإضافة إلى الدراسات البيئية المرتبطة بها. وتتمثل مهمة كابسارك في تعزيز فهم تحديات الطاقة والفرص التي تواجه العالم اليوم وفي المستقبل من خلال بحوث غير منحازة ومستقلة وعالية الجودة لما فيه صالح المجتمع، ويقع كابسارك في الرياض بالمملكة العربية السعودية.

إشعار قانوني

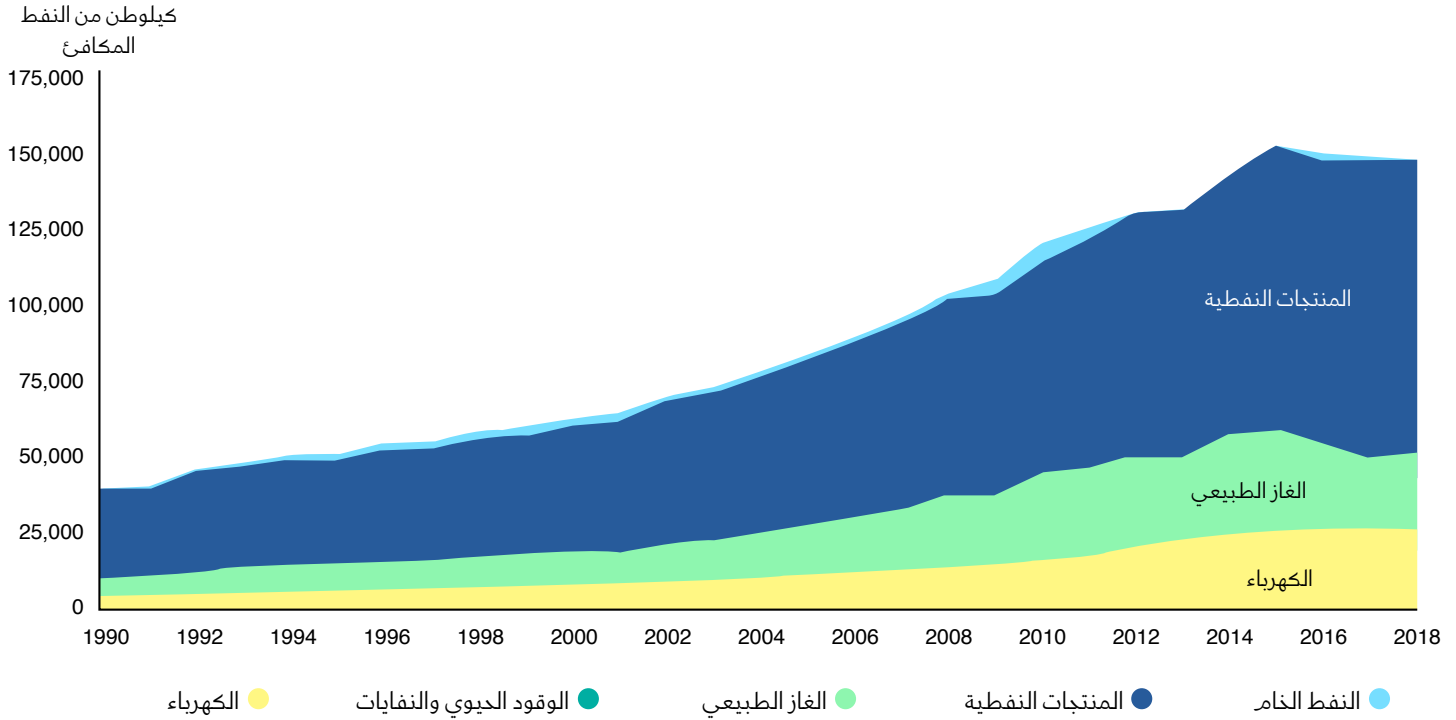
© حقوق النشر 2020 محفوظة لمركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك). لا يجوز استخدام هذا المستند أو أي معلومات أو بيانات أو محتوى يتضمنه دون نسبه بشكل ملائم لكابسارك. كما لا يجوز إعادة إنتاج هذا المستند أو جزء منه دون إذن خطي من كابسارك. ولا ينشأ عن المعلومات الواردة في هذا المستند أي ضمان أو تعهد أو أي مسؤولية قانونية –سواء مباشرة أو غير مباشرة- تجاه دقتها أو اكتمالها أو فائدتها. كما لا يجوز أن يعتبر هذا المستند –أو أي جزء منه- أو أن يفسر كنصيحة أو دعوة لاتخاذ أي قرار. الآراء والأفكار الواردة هنا تخص الباحثين معدي الدراسة، ولا تعكس بالضرورة موقف المركز ووجهة نظره.

أحرزت المملكة العربية السعودية تقدماً في خطة التنويع، رؤية السعودية 2030، من خلال اعتماد اقتصاد الهيدروجين. وتحرص على تفعيل الاقتصاد الدائري للكربون من خلال إنتاج الهيدروجين النظيف واستخدامه. ولقد أعلنت أرامكو السعودية في 27 من سبتمبر عن تصدير شحناتها الأولى من الهيدروجين من السعودية إلى اليابان المكونة من 40 طن من الأمونيا الزرقاء عالية الجودة والمخصصة لاستخدامها في توليد الطاقة الخالية من الكربون، وهي الشحنة الأولى من نوعها في جميع أنحاء العالم (Ratcliffe 2020). تمتد الشراكة السعودية اليابانية، ممثلة بالتعاون ما بين شركتي أرامكو السعودية وميتسوبيشي، عبر سلسلة القيمة الكاملة، ويشمل ذلك احتجاز انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المصاحبة وتحويل المواد الهيدروكربونية إلى هيدروجين ثم إلى أمونيا واستخدام الموانئ لشحن الأمونيا. وقال أحمد الخويطر، كبير الإداريين التقنيين في شركة أرامكو السعودية: "تمثل هذه الشحنة الأولى على مستوى العالم فرصة مهمة لأرامكو السعودية لعرض إمكانيات المواد الهيدروكربونية كمصدر موثوق وذا سعر معقول للهيدروجين والأمونيا منخفضة الكربون" (Arab News 2020).

تمتلك المملكة العربية السعودية أرخص طاقة شمسية في العالم. وأعلنت نيوم في شهر أغسطس من عام 2020 عن إنشاء مصنع سعودي للهيدروجين الأخضر بقيمة 5 مليارات دولار أمريكي يعمل بـ 4 جيغاواط من الطاقة المتجددة، والذي سيكون أكبر مشروع للهيدروجين في العالم تم الإعلان عنه حتى الآن. ويهدف المصنع، الذي تمتلكه شركتي أكواباور وإير برودكتس، إلى إنتاج 650 طن من الهيدروجين بحلول عام 2025 وتصديره للأسواق العالمية. وصرح نظمي النصر، الرئيس التنفيذي لنيوم، في بيان له "يعتبر هذا الإنجاز نقطة محورية في رحلة تطوير نيوم وعنصراً أساسياً في رؤية السعودية 2030 لرفد استراتيجية الطاقة النظيفة والاقتصاد الدائري للكربون" (Parnell 2020).

تشير هذه التطورات إلى التزام المملكة العربية السعودية بالانتقال إلى نظم طاقة أنظف وأكثر استدامة. ويعتبر هذا مهماً لأن رؤية السعودية 2030 تفرض تطوير القطاعات الصناعية الجديدة والاستفادة من سلسلة الإمداد الحالية للقطاعات لزيادة توفير المحتوى المحلي للدولة. كما تفرض مزيداً من التنويع لصادراتها من خلال تطوير تصنيع جديد عالٍ من حيث القيمة المضافة. وتعتبر الطاقة مدخلاً أساسياً في معظم عمليات الإنتاج في القطاع الصناعي، وسيطلب التنويع الاقتصادي بلا شك طاقة إما لتنويع الصادرات أو لاستراتيجيات استبدال الواردات أو لكليهما. وسيعمل على تحسين الاستخدام الكلي لكفاءة الطاقة لجميع العملاء، بما في ذلك القطاعات السكنية والحكومية والزراعية، التي تراجعت بسبب تنظيم أسعار الطاقة. ويعد هذا أمراً مهماً لأن السكان من فئة الشباب التي من المتوقع أن تزيد في العقود القادمة، مما يزيد من طلب السكان والشركات على الطاقة. يوضح الشكل 1 أدناه الملامح الزمنية لإجمالي استهلاك الطاقة حسب مصدر الطاقة في المملكة العربية السعودية خلال الفترة ما بين عامي 1990 و2018. وفرت وكالة الطاقة الدولية البيانات بالكيلوطن من النفط المكافئ. ويعتبر النفط أكبر مصدر للطاقة يليه الغاز الطبيعي والكهرباء.

الشكل 1. إجمالي الطلب النهائي بحسب المصدر، المملكة العربية السعودية، 1990-2018.



لماذا الهيدروجين؟ وكيف يمكن للمملكة العربية السعودية أن تستفيد منه؟

يعد الهيدروجين ناقلاً للطاقة النظيفة حيث يمكنه توفير أو تخزين كميات هائلة من الطاقة. ويمكن استخدام وقود الهيدروجين لتوليد الطاقة والحرارة والكهرباء. ومع ذلك، فإن الاستخدام الأساسي له في الوقت الراهن يكمن في إنتاج الأسمدة (55%) وتكرير البترول (25%) وإنتاج الميثانول (10%). ويعتبر قطاعا النقل والمرافق من الأسواق الناشئة للهيدروجين (DoE 2020; Hydrogen Europe 2020).

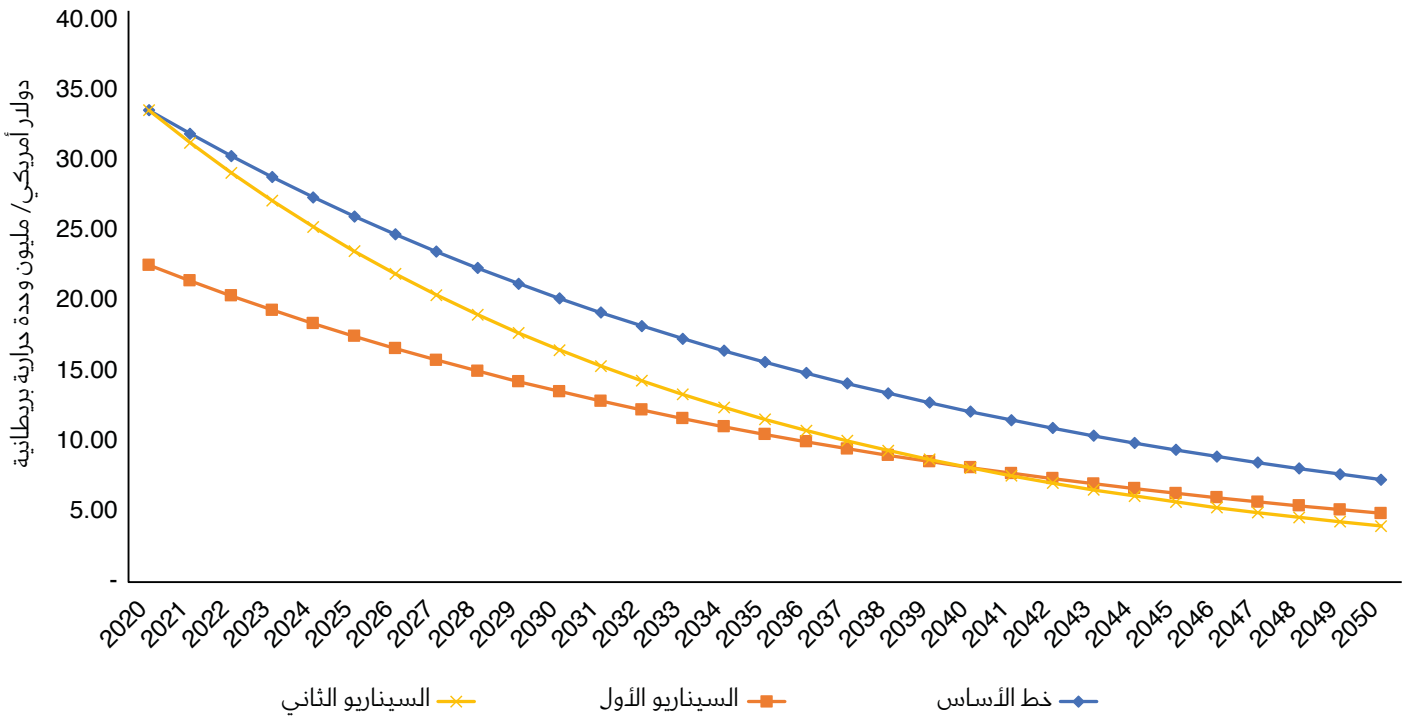
سيتمكن إنتاج الهيدروجين المملكة العربية السعودية من أن تكون أقل اعتماداً على النفط المحلي وأن يكون مصدر دخل لها من المشترين العالميين. وعلى الصعيد المحلي، يمكن استخدام الهيدروجين في الصناعة والنقل والكهرباء. فضلاً عن ذلك، يمكن على سبيل المثال استخدام الأمونيا المحولة من غاز الهيدروجين كمادة أولية تدخل في منتجات تكرير البترول، ويمكن استخدام غاز الهيدروجين كوقود للمركبات الكهربائية التي تعمل بخلايا الوقود. ويتم تحويل فائض الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة إلى غاز الهيدروجين من خلال تقنية تحويل الطاقة إلى غاز والذي يمكن استخدامه لتوفير كهرباء نظيفة للمستهلكين. ومع تزايد الطلب العالمي على الهيدروجين الأخضر، يمكن أن تصدره المملكة العربية السعودية على شكل أمونيا.

تتميز المملكة العربية السعودية بموقع مثالي يمكنها من الاستفادة من إنتاج الهيدروجين الأخضر لأنه أقل تكلفة من توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية عالمياً، البالغة 0.0162 دولار أمريكي للكيلوواط في الساعة (BNEF 2020).

علو على ذلك، فإن وفرة أراضيها المتاحة لاستخدام الطاقة المتجددة وموقعها المثالي والمعامل عالي السعة لمصادر الطاقة المتجددة تسمح لها بقوة في أن تعتمد الهيدروجين الأخضر.

ومع ذلك، فإن اعتماد الهيدروجين لا يزال في مراحله المبكرة. ويعتبر النمو في تطوير الهيدروجين الأخضر مقيداً بتكلفته. وتجدر الإشارة إلى أن الانخفاض الأخير والملحوظ في تكاليف مصادر الطاقة المتجددة أدى إلى تسليط الضوء على إنتاج الهيدروجين الأخضر في المستقبل القريب. ووفقاً لبلومبيرغ نيو انرجي فايننس، ستنخفض التكلفة الموحدة للهيدروجين الأخضر (من مصادر الطاقة المتجددة) إلى نطاق يتراوح ما بين 0.8 و 1.6 دولار أمريكي للكيلوغرام في عام 2050 مقارنة بعام 2019 حيث كانت التكلفة ما بين 2.5 و 4.5 دولار أمريكي للكيلوغرام. وسيصبح إنتاج الهيدروجين الأخضر مع انخفاض أسعار الطاقة المتجددة أكثر جدوى. وسوف تساهم عوامل أخرى مثل أسعار مصادر طاقة الهيدروجين التقليدية، النفط والغاز الطبيعي، في تسريع اعتماد الهيدروجين. ونظراً لتوفر مصادر الطاقة التقليدية، سينخفض معدل اعتماد الهيدروجين إن بقيت أسعارها منخفضة. وفي المقابل، ستعمل سياسات حماية البيئة العالمية وتدابير التخفيف من تغير المناخ على زيادة تكاليف مصادر الطاقة التقليدية، مما يحسن التوقعات بشأن الهيدروجين.

الشكل 2. التكلفة النسبية للهيدروجين.



المصدر: خط الأساس من Bloomberg BNEF والسيناريو الأول والثاني من حسابات المؤلفين.

يوضح الشكل 2 التكلفة الحدية المتوقعة للهيدروجين في ظل سيناريوهات مختلفة. وتجدر الإشارة إلى أنه تم الحصول على حالة خط الأساس أو الحالة المرجعية من بلومبيرغ (BNEF 2020). ويمثل السيناريو الأول منحنى التكلفة الافتراضية المحاكي لمعدل التقدم التكنولوجي إلا أنه ينتقل إلى الداخل لاستيعاب عوامل أخرى لا علاقة لها بالسعر، مثل الطفرة في تقنيات الهيدروجين. وبالتالي، فإن السيناريو الأول يمثل منحنى تكلفة العوامل الخارجية التي يمكن أن

تقلل بصورة كبيرة من هيكل التكاليف الإجمالي مثل تأثير وفورات الحجم الناتجة عن زيادة الطلب. ويكمن السبب هنا في أن التكلفة مفهوم نسبي وهذا صحيح بالأخص عندما يتعلق الأمر بأسعار الطاقة. ومن ناحية أخرى، يمثل السيناريو الثاني منحى افتراضي تؤدي فيه سرعة التحسينات في التقدم التكنولوجي إلى زيادة معدل انخفاض تكلفة إنتاج الهيدروجين. وتعتبر كفاءة وتكلفة التحليل الكهربائي مكونات أساسية لتحديد تكلفة الهيدروجين الأخضر، بينما تؤثر تقنية احتجاز الكربون على تكلفة الهيدروجين الأزرق. وتتمتع تقنية التحليل الكهربائي الآن بكفاءة تقدر بنسبة 65 و67%، وتصل أعلى كفاءة افتراضية لها إلى 75%. وأخيراً، تعتبر تكلفة مصادر الطاقة المتجددة، التي كانت تتراجع باطراد على مدار العقد الماضي، عاملاً آخر يؤثر على تكلفة اعتماد الهيدروجين الأخضر.

توضح هذه السيناريوهات العوامل والظروف المختلفة التي يمكن أن تؤدي إلى العديد من نقاط التعادل والربحية لإنتاج الهيدروجين في المملكة العربية السعودية. ويجب مراقبة تطورات مثل هذه العوامل المؤثرة على الهيدروجين عن كثب للإشارة إلى المزيد من اعتماد الهيدروجين الأخضر.

المملكة العربية السعودية والاقتصاد الدائري للكربون

أيدت المملكة العربية السعودية خلال رئاستها لمجموعة العشرين تحولات الطاقة النظيفة وعززتها من خلال الاقتصاد الدائري للكربون الذي يشمل أربع استراتيجيات (G20 2020):

- **تقليل** كمية الكربون التي تدخل الغلاف الجوي من خلال كفاءة الطاقة واستخدام إمدادات الطاقة البديلة التي لا ينبعث منها الكربون مثل الطاقة المتجددة والنووية.
- **إعادة استخدام** الكربون من خلال احتجازه وتحويله إلى مادة أولية مفيدة لاستخدامه في الصناعة أو إعادة حقنه في مكامن النفط والغاز لزيادة الإنتاج.
- **إعادة تدوير** الكربون من خلال عملياته الطبيعية بتحويله إلى سماد أو أسمنت أو أشكال أخرى للطاقة مثل الوقود الاصطناعي.
- **إزالة** الكربون من النظام وتخزينه جيولوجياً أو كيميائياً.

صادقت الدول الأعضاء في مجموعة العشرين على الاقتصاد الدائري للكربون (KAPSARC 2020). وبالنظر إلى رغبة المملكة العربية السعودية في تشجيع إنتاج الهيدروجين، سيكون من المفيد أن يراقب عن كثب تطور العوامل التي تؤثر على تكلفة الاعتماد والعائدات الناتجة عن زيادة الاعتماد. وتجدر الإشارة إلى أن تقييم التقدم الحالي للاستخدام الراهن أو المستقبلي لمشاريع الطاقة المتجددة في المملكة من شأنه أن يسمح لصناع السياسات برصد الفرص السانحة لتحقيق عوائد إيجابية على الاستثمارات في تقنيات الهيدروجين فضلاً عن منح المملكة العربية السعودية ميزة الريادة في انتقالها من دولة تعتمد في اقتصادها اعتماداً كبيراً على النفط إلى دولة كهروستاتيكية.

- Arab News. 2020. "World energy supply must be sustainable, says Aramco officer." November 18. Accessed December 14, 2020. <https://www.arabnews.com/node/1764706/business-economy>
- Bloomberg New Energy Finance (BNEF). 2020. "'Hydrogen Economy' Offers Promising Path to Decarbonization." March 30. Accessed October 08, 2020. <https://about.bnef.com/blog/hydrogen-economy-offers-promising-path-to-decarbonization/>
- G20. 2020. "Energy Ministerial Communiqué." Accessed October 08, 2020. <https://g20.org/en/g20/Pages/documents.aspx>
- Hydrogen Europe. 2020. "Hydrogen in Industry." Accessed October 12, 2020. <https://hydrogeneurope.eu/hydrogen-industry>
- Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA). 2020. "Saudi solar solicitation attracts ultra-low bids, with prices at \$0.016/kWh." April 7. Accessed October 08, 2020. <https://ieefa.org/saudi-solar-solicitation-attracts-ultra-low-bids-with-prices-at-0-016-kwh/>
- KAPSARC. 2020. "CCE Guide Overview." 27 Sept. www.cceguide.org/guide/
- Parnell, John. 2020. "World's Largest Green Hydrogen Project Unveiled in Saudi Arabia." July 7. Accessed December 14, 2020. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/us-firm-unveils-worlds-largest-green-hydrogen-project>
- Ratcliffe, Verity. 2020. "Saudi Arabia Sends Blue Ammonia to Japan in World-First Shipment." Bloomberg, September 27. Accessed October 12, 2020. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-09-27/saudi-arabia-sends-blue-ammonia-to-japan-in-world-first-shipment>
- U.S. Department of Energy (DoE). 2020. "Hydrogen: A Clean, Flexible Energy Carrier." Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. Accessed October 08, 2020. <https://www.energy.gov/eere/articles/hydrogen-clean-flexible-energy-carrier>



www.kapsarc.org